

# 地質調査および層序学的・堆積学的研究における テフラ鍵層の積極的活用のすすめ その1：房総半島中部の安房層群での解析例

徳橋 秀 一<sup>1)</sup>

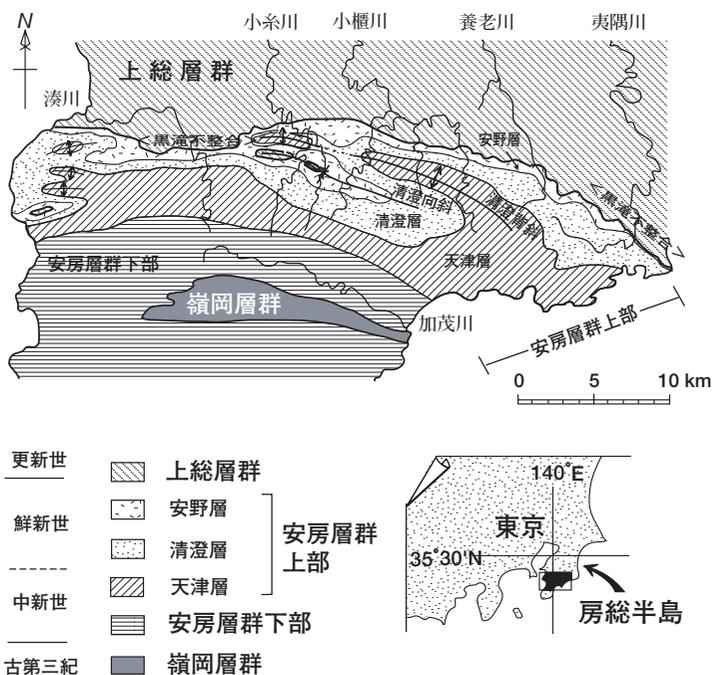
## 1. はじめに

地層中には、特に日本の新第三紀、第四紀層中には、火山からの噴出物(テフラ、火砕堆積物、火山灰、凝灰岩など)よばれている)が多数挟まれていることが多い。こうした火山噴出物をできるだけ多く鍵層として設定し、活用した詳細な地質調査の成果は、その地域の地下の実態、すなわち、地下の地質構造や地層の分布状況を表現する詳細で正確な地質図として結実する。その一方で、多くの凝灰岩鍵層の設定・活用は、層序学的・堆積学的研究にも大きな影響・効果をもたらす。そこで、こうした火山噴出物を鍵層として活用することによって得られた具体的な地質調査や層序学的・堆積学的研究の成果を、著者が携わってきたいくつかの例で紹介する。また、技術の伝承という点から、そうした成果を得るためにその途中で実施されてきた調査の具体的な方法についても、特にその中で有効で重要と思われるものについて紹介する。その1では、房総半島中部に分布する安房層群上部で行われた調査や研究を例で紹介する。なお安房層群の場合には、火山噴出物を通常凝灰岩あるいは英語名のタフとよんでいることが多いことから、以下では、これらの用語を使用する。

## 2. 房総半島の安房層群(特に清澄層)の解析の例

### A. 多くの凝灰岩鍵層の挟在とそれらの通称名

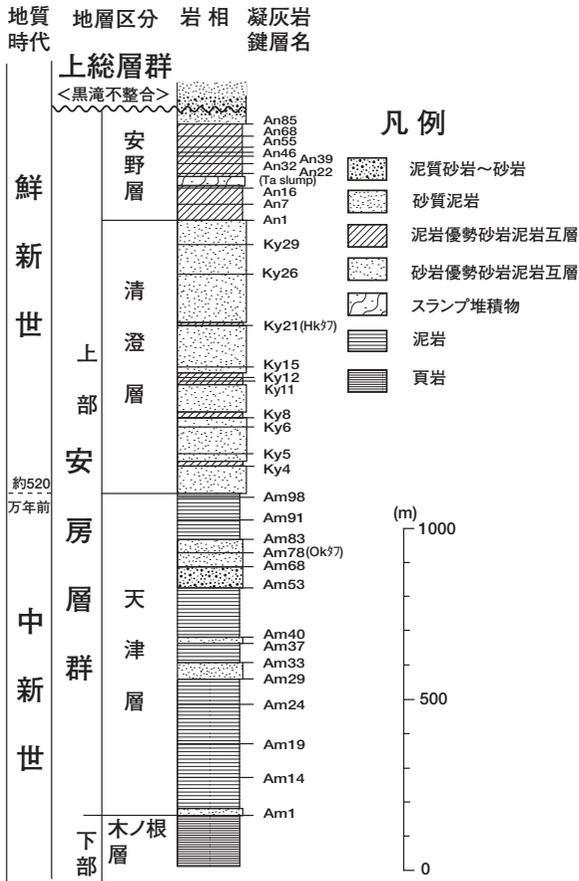
房総半島中部を東西に横切る黒滝不整合の低位(南側)には、中新統～鮮新統の三浦層群(三梨ほか, 1979; 鈴木ほか, 1995)もしくは安房層群(中嶋ほか, 1981; 徳橋, 1997; 中嶋・渡辺, 2005; 徳橋・石原, 2008)とよばれる地層が広く分布するが、ここでは後者の命名法にしたがうことにする(第1図)。このうち、



第1図 房総半島中部の地質略図。

1) 産総研 広報部地質標本館

キーワード: 鍵層, 凝灰岩, テフラ, 火山灰, 安房層群, 天津層, 清澄層, 安野層, 房総半島, ルートマップ, 地質調査, 層序学, 堆積学



第2図 安房層群上部の岩相柱状図。

房総半島の尾根を形成している清澄山系に広く分布する安房層群上部の地層(上位より、安野層、清澄層、天津層)には、多くの凝灰岩鍵層が設定されていることが知られている(第2図、第1表；中嶋ほか、1981；千葉県中央博物館、1993、1994、1997、1998；中嶋・渡辺、2005；徳橋・石原、2008)。ところで、安房層群における凝灰岩鍵層の設定の仕方にはひとつの特徴がある。それは、多くの場合、構成粒子の粒度、色調、堆積構造などの構成において目立った特徴を有する1枚の凝灰岩に注目し鍵層名(通称名など)をつけるが、鍵層として利用する場合は、その特徴を柱状図に表現・記載して鍵層とするとともに、その上下に近接して挟在する別の凝灰岩の特徴についても柱状図の中で詳しく記載し、それらをセットとして扱っていることである。最初から、特徴的な数枚の凝灰岩を組み合わせると鍵層とする場合もあるが(An68

のツインタフやKy22の三姉妹タフなど)、こうした場合も、さらにその前後に近接して産出する凝灰岩の特徴も同じように記載して鍵層柱状図を作成する。こうすることによって、1枚(もしくは数枚)の凝灰岩だけの場合に起きやすい対比のミスや不確定性をほぼ間違いなく排除できることがこれまでの経験から明らかになっている。こうした鍵層柱状図の具体的な例については、上記の文献を参照していただきたい。これらの凝灰岩鍵層の正式名称は、累層を表すアルファベットの後に、上位へ向かって順次数字が大きくなる通し番号をつけて表されるが(An1, Ky21, Am78など)、その多くは通称名(フィールド名)も有しており、野外調査の際などには、通称名(フィールド名)を用いている場合が多い(第1表)。

## B. 凝灰岩鍵層を利用した清澄層全体の堆積様式の解明

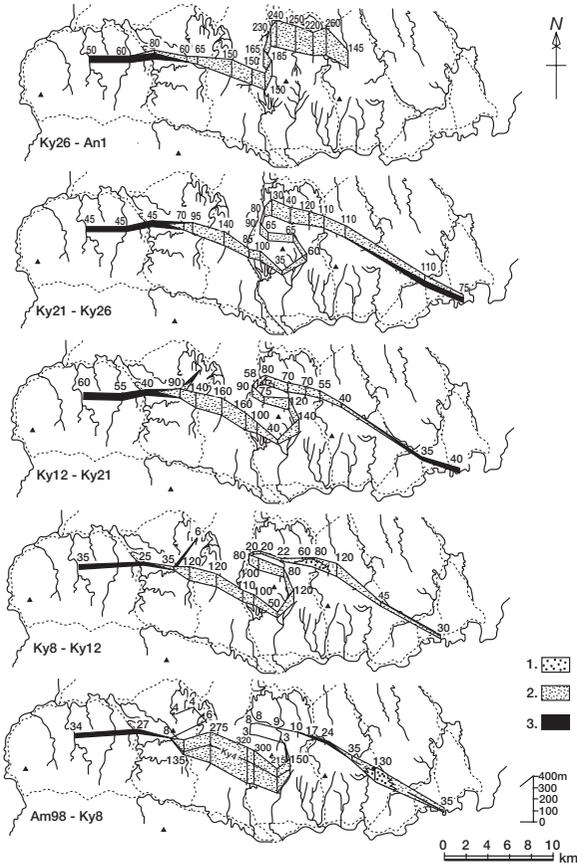
Tokuhashi (1979)は、最大層厚850m前後の大きなタービダイト砂岩優勢砂岩泥岩互層体から構成される安房層群の清澄層の堆積様式を明らかにするために、下位の天津層、上位の安野層の地層を含めた安房層群上部の地層の分布域の詳細な地質調査を実施した。すなわち、これらの地層に挟在する多くの凝灰岩鍵層とこれらの地層を構成する岩相の分布を、これらの地層が分布する地域のほとんどの大小の河川や道路(林道を含む)沿いのルートマップを作成しながら明らかにした。また、清澄層をはじめとする安房層群上部の地層を構成する各種の岩相を記号で表現し(第2表)、ルートマップ作成にあたっては、ルート沿いの地層の岩相の特徴をそれらの記号を用いて表現した。こうして得られたデータを基に、房総半島中部における安房層群上部分布域の地質図が作成された(図1)。そして、堆積学的研究の主対象であった清澄層に関しては、その中に挟在する4つの薄い泥岩優勢互層中に挟まれる4つの凝灰岩鍵層(下位より、Ky8, Ky12, Ky21, ky26)に、上位の安野層基底付近の凝灰岩鍵層(An1)、および下位の天津層の頂面付近の凝灰岩鍵層(Am98)を合わせた6つの凝灰岩鍵層の分布を示すことによって、これらの凝灰岩鍵層によって区切られた5つのユニットに分けて表現した。その結果、東西に並走する北側の清澄背斜部と南側の清澄向斜部では、清澄層の下位のユニットほど、厚さや岩相に極端な変化があることがわかり、

第1表 安房層群上部の鍵層リスト。徳橋・石原(2008)および千葉県中央博物館(1997, 1998)などをもとに作成。

安野層 (An85～An1)				清澄層 (Ky33～Ky1)				天津層 (Am101～Am31)			
鍵層名		鍵層名		鍵層名		鍵層名		鍵層名			
(正式名)	(通称名)	(正式名)	(通称名)	(正式名)	(通称名)	(正式名)	(通称名)	(正式名)	(通称名)		
An85	双葉山	An42		Ky33	高松	Am 101	燈台	Am 57	有ケ谷		
An84		An41	ネコ	Ky32	おこわチャーハン	Am 100	黒船	Am 56	センターライン		
An83	オーストリア(下部)	An40	いねむり	Ky31	おこわ	Am 99	海峽	Am 55	あらごま		
An82		An39	こだま一号, こだま	Ky30	しぐれ	Am 98	黒潮	Am 54	兄弟フンドシ		
An81		An38	かずみ	Ky29	みぞれ	Am 97	白波	Am 53	くの一		
An80	おどり	An37	ひかり一号, ひかり	Ky28	すすゆき	Am 96	梅	Am 52	ピンクレディ		
An79	ハムチャーハン	An36		Ky27	高木一号, 高木	Am 95	極東印, のり巻	Am 51	ナゴヤオビ		
An78		An35	五色豆	Ky26	ニセモンロー	Am 94	桃	Am 50	二枚貝		
An77	マオ(毛)	An34	かきもち	Ky25	十二ひとえ	Am 93	桜	Am 49	はなみず		
An76		An33	れんたん	Ky24	ファンデーション	Am 92	若貴	Am 48	アイランド		
An75		An32.5	小山田	Ky23	第三モンロー	Am 91	松崎	Am 47	大沢		
An74		An32	山田	Ky22	三姉妹	Am 90	山の上	Am 46	おせんころがし		
An73	三川谷(さんがや)	An31.5	いがらし豆	Ky21	Hk	Am 89	ふたご	Am 45	小春びより		
An72		An31	かかし	Ky20	めおとぜんざい	Am 88	くるまどんぼ	Am 44	鯛の浦		
An71	キム(金)	An30	みのかさ	Ky19	上ピン	Am 87	こどり	Am 43	りんどう		
An70	カゲロウ	An29		Ky18	アベック	Am 86	ニセOk	Am 42	ばんどう		
An69	井上	An28	でべそ次郎	Ky17	下ピン	Am 85	二色もどき	Am 41	おてあげ		
An68	ツイン	An27	ごんべえ	Ky16	黒駒	Am 84	オリンピック	Am 40	境界		
An67		An26	カラス	Ky15	乳母日傘	Am 83	スバル	Am 39	フルハウス		
An66		An25	小カラス	Ky14	大熊(おおぐま)	Am 82	こおろぎ	Am 38	石井		
An65		An24	ふみえ	Ky13	小熊(こぐま)	Am 81	双子座	Am 37	二色旗		
An64		An23	ごまめ	Ky12	金時豆	Am 80	あかとんぼ	Am 36	Okだまし		
An63		An22	みつ豆, リトル松田	Ky11	すべり	Am 79	ちびりゴマ	Am 35	モーモータフ		
An62	いやみ	An21	かくし文	Ky10	ページュ, コンテスト	Am 78	Ok	Am 34	草刈り		
An61	からみ	An20	どんべえ	Ky9	滝の上	Am 77	おびどめ	Am 33	ゆばな		
An60		An19	どんじり	Ky8	滝つぼ	Am 76	おび	Am 32	猿のケツ		
An59		An18	ブリジッド	Ky7	パーミュラダ	Am 75	入口	Am 31	一石二鳥		
An58		An17	ハルドー	Ky6	秋田おぼこ, 力道山	Am 74	枯れすすき				
An57	上こげチャーハン	An16	モンロー	Ky5.5	黒トカゲ	Am 73	安珍				
An56		An15	ガルボ	Ky5.3	白トカゲ	Am 72	清姫				
An55	相川一号, 相川	An14	中嶋	Ky5	オオカゲロウ	Am 71	白岩				
An54	ずっこけ	An13	つかのま	Ky4.5	水戸づくし	Am 70	ひる				
An53	関口	An12	あわあま		Ky4.5b: 水戸梅娘	Am 69	あなぐま				
An52	第二カラミ	An11	まぼろし		Ky4.5a: 水戸納豆	Am 68	発破				
An51		An10	あべかわ	Ky4	三つ葉	Am 67	たぬき				
An50	二色	An9	冬がけ	Ky3	御三家	Am 66	まわりみち				
An49	サンドイッチ	An8	夏がけ	Ky2	オサムシ	Am 65	東北本線				
An48		An7	さゆり	Ky1	兄弟	Am 64	このっべり				
An47		An6	フランスベッド			Am 63	カノコ				
An46	松田	An5	ふきながし			Am 62	キノコ				
An45	純情	An4	しとね			Am 61	のっべり				
An44		An3	大川			Am 60	親子				
An43		An2	中川			Am 59	文化				
		An1	さかさ			Am 58	フラミンゴ				

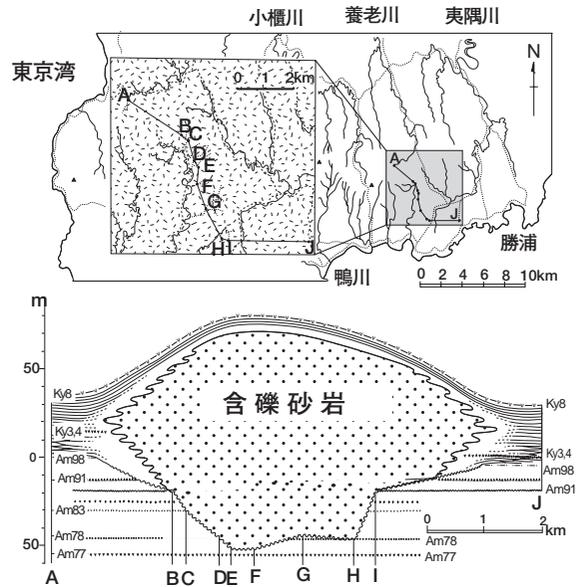
第2表 記号による岩相区分。徳橋(1983a)を一部改変。

記号	岩相	特徴	
A (a)	礫岩もしくは含礫砂岩	中礫・小礫の密集もしくはこれらの礫が砂岩中に密に散在／大小の泥岩同時侵食礫(泥岩偽礫)が頻りに産出／侵食面で重なり泥岩の挟在は無いか稀	
B (b)	砂岩優勢砂岩泥岩互層(砂岩卓越型)	砂岩と泥岩の比が5より大きい	
		泥岩の有無, 主たる砂岩の厚さによるB (b)の細分	
		B0 (b0)	泥岩なし／厚い砂岩が侵食面で合体・融合した複合層
		B1 (b1)	泥岩あり／単層の厚さ2m以上の砂岩が主体
B2 (b2)	泥岩あり／単層の厚さ0.5-2mの砂岩が主体		
B3 (b3)	泥岩あり／単層の厚さ0.5m以下の砂岩が主体		
C (c)	砂岩優勢砂岩泥岩互層(ノーマル互層)	砂岩と泥岩の比が1より大きく5より小さい	
D (d)	等量型砂岩泥岩互層～泥岩優勢型砂岩泥岩互層	砂岩と泥岩の比がほぼ1か1より小さい	
		泥質岩の主たる粒度によるD (d)とE (e)の細分	
		D0 (d0); E0 (e0)	主にシルト質砂岩からなる
		D1 (d1); E1 (e1)	主に砂質シルト岩からなる
E (e)	泥岩	厚い泥岩／稀にうすい砂岩の挟在	
		D2 (d2); E2 (e2)	主に粗粒シルト岩からなる
		D3 (d3); E3 (e3)	主に中粒シルト岩からなる
		D4 (d4); E4 (e4)	主に細粒シルト岩からなる



第3図 清澄層のユニット毎の層厚変化分布図。  
Tokuhashi (1979)を一部改変。  
1. 含礫砂岩, 2. 厚層理砂岩および砂岩優勢互層,  
3. 厚層理泥岩および泥岩優勢互層。

清澄層を特徴づけるタービダイト砂岩の堆積様式と背斜・向斜構造の形成過程との間に密接な関わりがあることが明らかになった(第3図)。また、林道などの道沿いはもちろんのこと、小さな支流を含めた河川系を隈なく歩き、詳細なルートマップを作成することによって、清澄層を特徴づけるタービダイト砂岩の基底部に、天津層の最上部を最大50mほど浸食してできた谷状の浸食地形が存在することが明らかになった(第4図)。このような結果は、凝灰岩鍵層や岩相の分布を詳しく調査した詳細な地質調査によってはじめて明らかになった意外な事実であったが、清澄層の堆積過程、堆積様式をリアルに復元する上で大きな力となった(第5図)。また、この清澄層の形成過程を例に、ユニット単位での堆積モデルも提案された(第

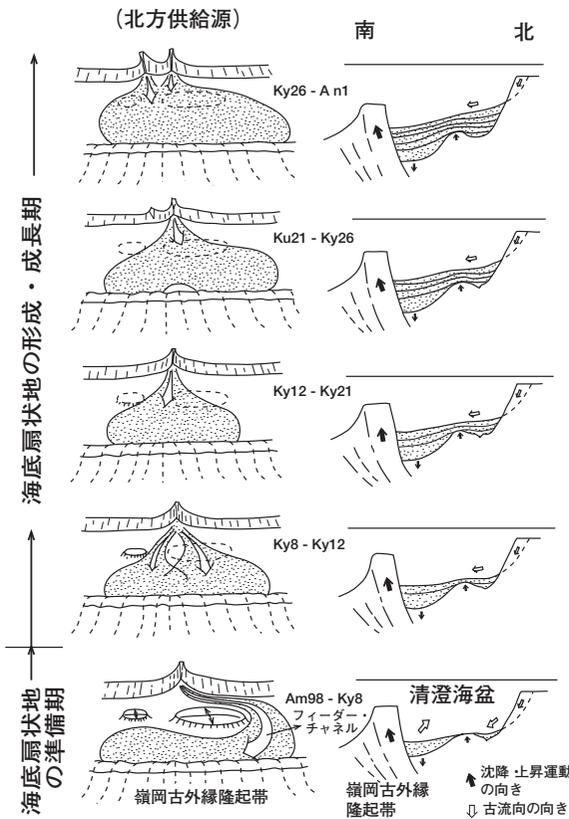


第4図 清澄層基底部のチャネル構造。Tokuhashi(1979)を一部改変。

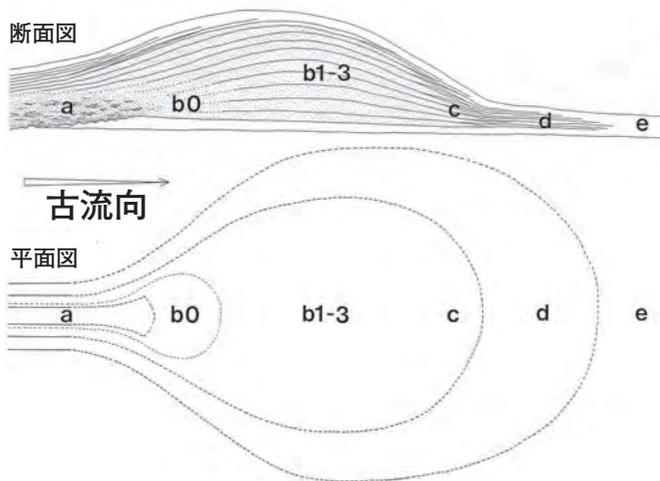
6図)。なお、上記の地質調査の過程で作成したルートマップなどのフィールドデータは、清澄層の実体と堆積様式の解明のみならず、詳細な地質図として知られる5万分の1鴨川図幅(中嶋ほか, 1981)の作成の際にも基礎データとして活用されている。

### C. 平山・中嶋型ルートマップ方式をベースにした地質調査法の採用

ところで、安房層群上部が分布する清澄山系の中を蛇行しながら樹枝状に発達する河川系の調査で最も力を発揮したのが、旧地質調査所の大先輩である平山次郎氏によって伝授され、平山次郎氏の後輩にあたる旧地質調査所の中嶋輝允氏によってさらに発展させられた、平山・中嶋型ルートマップ方式による地質調査法である。これは、クリノメータと歩測(複歩数)でもってフィールドノートにルート図を作成しながら、河川の合流・分岐地点、滝の位置、尾根の位置などの有用な地形情報・位置情報を記入するとともに、同時に、露頭の分布状況、地層の走向・傾斜や岩相、鍵層、断層などの地質情報をルート図に描きながら、地質学的なルートマップを作成していくもので、極めて実践的な方法である。ルート図を描くにあたっては、クリノメータの文字盤上の北(N)を進行方



第5図 清澄層堆積過程の復元図. 徳橋(1983b)を一部改変.



第6図 清澄層ユニット単位の堆積モデル. Tokuhashi (1979)を一部改変. 記号の意味は第2表を参照.

向の前方に向け、文字盤上の南北(N-S)方向を進行方向にある何かの目標(河床上の石ころや河岸の樹木など、なんでもよい)と本人とを結ぶ線に平行にかつ水平に置く。その上で、クリノメータの常に磁北を示す赤針(もしくは黒針)の指す位置の文字盤の数値(たとえば、N30° E, S60° Wなど)を読むと、それが進行方向になる。次に、通常野帳の縦方向の線の上方を磁北の方向として、読み取った数値の方向(N30° E, S60° Wなど)に鉛筆で薄い線を伸ばす。線を伸ばす方向を決めるのに分度器やプロトラクターなどで正確に測る必要はなく、大体の見込みで決めればよい。ただ、クリノメータの文字盤上では、東西(EとW)の文字が南北(N-S)に対して左右逆書に書いてあることから、野帳に鉛筆で線を引く場合も、このクリノメータの配置に合わせて、東西成分を左右逆に書くという間違いがよくみられる。しかしこの場合には、そこからできあがるルート図は全く異なったものになってしまうので、特に注意を要する。野帳上では、通常の地図の場合と同じように、上方(北方)に対して、右側に東が左側に西が位置していることを忘れてはいけない。作業上は、クリノメータの磁北の針の指す文字盤の数字を素直に読み取り、それをそのまま、野帳(地図)上に通常の東西南北の方位感覚で進行方向を書き込めばいいのであるが、中途半端に考えたりした場合にこの種の間違いが起きやすい。進行方向を鉛筆の線で描いたら、その方向に向かって歩き出し、歩いた歩数分に相当する長さの分を鉛筆で濃く描く。そして、次の進行方向を同じようにして測定し、その方向を濃く描いた線の終点から薄く鉛筆で線を引く。そして次に、その方向に歩いた歩数分の長さだけ鉛筆で濃く描く。このようなことを繰り返すことによってルート図が描かれる。慣れてくると、相当正確なルート図が無意識に描かれるようになるが、またそうなるのが望ましい。なぜなら、正確なルート図を描くのが目的ではなく、ルート沿いの地質現象を観察しながら、そこに必要な地質情報を記述していくのが目的であるからである。

進行方向の長さ(距離)は通常歩数で決めるが、この場合、右足一步と左足一步を合わせたワンセットを一複歩とよ

び、上記の平山・中嶋型のルートマップでは、通常この複歩数を数える方法を採用している。口絵(口絵2~8)に示したような1970年代に房総の安房層群分布域で作成されたルートマップの場合には、当時の野帳の1メモリ分(5mm)を20複歩として作成したものが多い。1メモリ分(5mm)を50複歩とした場合には、野帳1ページあたりでカバーできるエリアは広がり、全体像(広域的特徴)を見るには適しているが、その代わり、ルート沿いで書ける地質情報の量(密度)は限られるか、あるいはより小さな文字で書くことが要求され、後で読みにくくなる。一方、たとえば、1メモリ分(5mm)を10複歩とした場合は、野帳1ページあたりでカバーできるエリアは狭まり、広域的な全体像を見るには向かないが、ルートに沿ってより多くの地質情報が書けたり、あるいはより大きな字で書けるといった利点がある。どういったスケールで描くのがいいのかは、調査の目的や要求される精度(概査なのか精査なのか)、そしてその地域の地質の特性(情報の密度など)に依存するので、一概にはいえない。フィールドノートの1マスをいくつかの複歩に換算して表現したかを、後で忘れないように、野帳にその都度書いておくことが望ましい(口絵2~8の野帳参照)。

地質調査の際には、ルートマップの作成のみならず、随時必要に応じて、鍵層その他の柱状図や露頭のスケッチ図などをルート図と同じページや別の直近のページに描いたりする(口絵5のAとB、口絵7のA)。野帳上にルートマップを作成する場合も、あるいは鍵層柱状図やスケッチ図を作成する場合も、フィールドでは鉛筆で描いておき、宿に帰ってから墨入れや色鉛筆による色塗りを毎日行う。墨入れは、かつては墨インクを使った製図用のロットリングペンを用いることが多かったが、しばらく使わないでいるとペン先付近のインクが固まったり、インクを出すためにペン先を強く振るとインクが飛び散ることもあるなど取扱いに難点があるため、最近では、市販の水性或油性の極細ペンを用いる場合が多い。水性がいいか油性がいいかも、野帳の紙の種類・性質と関係してくるので一概にはいえない。場合によってはインクがのらず字が書けない場合もあるし、逆にインクが浸み込みすぎて、紙の裏面まで濃く浸透する場合もある。事前に相性をチェックしておくのが賢明であるが、そうでない場合は、何種類か揃えておくことが無難である。また、予備を含めて複数本用意しておくことも重要である。色

も何種類かあるので、目的や種別によって書き分けるとさらに見やすいルートマップや柱状図を描くことができよう。いずれにせよ、細かい線や小さい文字を書くために、できるだけ極細(0.05かそれ以下)のペンを使うことが重要である。フィールドノートに描かれたルートマップなどの情報は、保管・管理が容易であり、その後、何年でも何十年でも使うことができる。もちろん、スキャンなどして、CD-Rなどに保管して活用することもできる。

平山次郎氏によると、このようなルートマップの作成は、同氏が東京大学の学部および修士課程の学生であった時期に、フィールドでの指導を受けた助手の小池 清氏より伝授されたということである。その後地質調査所に入所して、三梨 昂氏みつなし たかしなどが上総層群で凝灰岩を鍵層として対比しているのを知り、ルートマップに鍵層を書き込むことの有用性と重要性を認識するようになったということである。小池 清氏は、房総半島など南関東の層序・構造の研究を基礎にした構造発達史および黒滝不整合や古海底谷埋積堆積物の成因的研究などで大きな成果をあげておられたが、大変残念なことに、平山氏が修士課程を修了し地質調査所に就職した年度の後期(1957年1月)に、事故で突然なくなられてしまった。享年30歳であったという。小池氏によるルートマップの一端が、同氏の遺稿論文に掲載されている(小池, 1957)。平山氏によると、小池氏はルートマップの作成をその指導教官であった大塚弥之助教授おおつかのすけより伝授されたということである。

こうした経緯を受けて、ほぼ1970年代前半に、安房層群分布域で平山次郎氏によって作成されたルートマップは、尾根越えなどによる広い範囲を多くの凝灰岩鍵層の分布とともに描くという実践性と精緻さを兼ね備えたものであった。ただ、凝灰岩鍵層の柱状図については、当初は個々の岩相(泥岩、凝灰岩、砂岩など)の厚さを数字で上下に並べて表現していたために、直感的に理解する上で難点があった(口絵3のAの野帳右ページ左下に書かれた薄い文字を参照)。その後、地質調査所での平山氏の後輩で、上総層群の大田代層の単層解析の研究以来の共同研究者である中嶋輝允氏などにより、鍵層を最初から柱状図として野帳に表現し、それを宿で墨入れするとともに、色鉛筆で岩相ごとに色分けすることになった。その結果、ルートマップのみならず、凝灰岩鍵層など

の柱状図も直感的に把握できるようになって、ほぼ現在のルートマップ方式が完成したといえる(口絵5のAとB参照)。5万分の1鴨川図幅の作成にあたっては、このような方式による地質調査が中嶋氏によって精力的に実施され、それらを基に精密な鴨川図幅が作成された。こうしたルートマップの一部の例が、代表的な鍵層の柱状図とともに、鴨川図幅の報告書の末尾に掲載されている(中嶋ほか, 1981)。しかし、野帳にカラーで表現された実際のルートマップとはどういったものかを実感していただくためには、野帳に描かれたルートマップの元の図をそのままの形で見ていただくことが必要かつ重要である。そこで、平山次郎氏によって野帳に描かれたルートマップや著者が野帳に描いたルートマップ(いずれも1970年代に作成されたもの)をいくつかそのままコピーしたものを口絵に示した(口絵2~8)。

#### D. 平山・中嶋型ルートマップ方式の地質調査法の特徴と利点

平山・中嶋型ルートマップ方式による地質調査法の特徴・利点を箇条書きにまとめると次のようになる。

1. フィールドノート、クリノメータ、筆記具、走向板があればできる。
2. 歩いた跡がルート図としてほぼ正確に再現されるので、単純で直線的なコースから、蛇行河川のような複雑なコースまで、歩けるところであればどこでも作成可能である。
3. ルートを描きながらそこに地質情報(走向傾斜、断層、岩相、鍵層など)を写実的に書き込んでいくので、視覚的にわかりやすい図面として表現できるとともに、マップ上にデータを直接書き込んでいく際に起きやすい場所の読み違いがない。
4. ルートマップ以外の情報、たとえば、露頭のスケッチ図とか、鍵層その他の柱状図などもフィールドノートの同じページや直近のページに書けるので、データが分散しにくい。
5. ルートだけを先に書いて、戻りながらあるいは別の日に地質情報を記入する方式とは異なるので、基本的には一度歩けばことが足り、戻ってきたり、あるいは、別の日に再度行く必要がない。したがって、尾根越えをはじめとして、自由なコースを選択しながら調査をすることができ

る。

6. 小縮尺のマップ上に書いた場合には、かさばって保存しにくい上に、折れ目付近のデータが判読しにくくなるのに対して、フィールドノートに書かれたデータは、コンパクトに長く保存しやすい上に、書かれた情報も長く鮮明に保存されることから、いつまでも価値を有する。

このように平山・中嶋型ルートマップ方式の地質調査法は、実践的であるとともに、視覚的で理解しやすく、かつ記録として残しやすい点に基本的な特徴や利点がある。

#### E. この調査法実施の際の注意点

この方式の場合には、調査ルートを歩きながら、野帳を頻繁に出し入れするために、野帳の取り出しが容易でかつ途中落とすなどで紛失したり、水浸しにならないようにする必要がある。特に滝を迂回したり、尾根越えをするような際には、一度紛失すると簡単には見つけられないことが多いし、沢沿いを歩いて落とした場合には、濡れてしまって乾くまで書けないという事態も生じる。そのため、紛失防止や落下防止対策が重要である。調査用バッグに収めて持ち歩く場合が多いであろうが、上着の内側に出し入れしやすかつ落ちにくい型のポケットを用意しそこに収めて持ち歩くことも考えられる。その他には、野帳の中央下側に千枚通しなどで孔をあけ、そこにビニールなどの丈夫なひもを通してループ状にし、それを首にかけて持ち歩く方法もある。この場合には、両手が自由なので、走向傾斜を測ったり、鍵層柱状図などを作成する場合の作業がやりやすい上に、記入の際の一々の取り出しも大変楽である。また、置き忘れたり、落下して濡らしたり紛失することもないので、著者はもっぱらこの方法を採用している(第7図)。

#### F. 凝灰岩鍵層のタービダイト砂岩単層解析への適用

房総半島では、凝灰岩鍵層は、実はタービダイト砂岩を対象とした単層解析という研究手法の際に広く利用されてきた。このような凝灰岩鍵層を用いたタービダイト砂岩の単層解析とそれを基にした単層レベルでの堆積モデルの構築は、最初、上総層群<sup>おおただい</sup>大田代層のO7層準で初めて実施され、成功したのであった(平山・鈴木, 1968; 平山・中嶋, 1977; Hirayama and



第7図 穴をあけて首かけ用ひもを通した野帳の例。著者が1976年頃に使っていた旧地質調査所製の野帳で、1マスの大きさは5mmである。

Nakajima, 1977). この研究成果は、世界的にも高く評価されている。ただ、上総層群の場合には、走向が東北東-西南西方向に伸び、東京湾のある北西方向にゆるく傾く単斜(同斜)構造であるために、地表では走向方向におけるタービダイト砂岩単層の一断面しか把握できないという制約があった。ところが、黒滝不整合を経て、上総層群の下位に横たわる安房層群の場合には、西北西-東南東に伸びる一對の背斜構造と向斜構造の存在によって、同一層準が地表面で東西に伸びたS字型に分布している(第1図)。このため、タービダイト砂岩単層の形態をある程度三次元的、立体的に把握できる可能性が高いということで、安房層群上部(上位から、安野層、清澄層、天津層)の地層に目が向けられることになった。

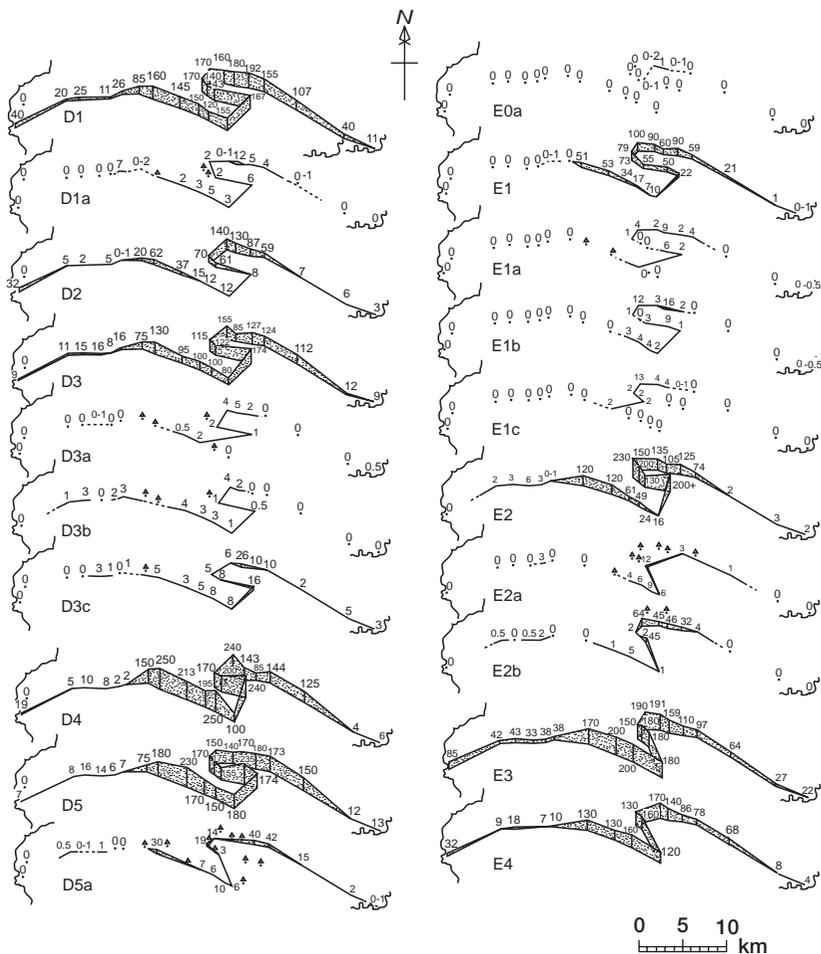
そこで、まずはこれらの地層の実態把握が必要ということになり、当初は、三浦半島で鍵層として設定され、その後、三浦半島と房総半島の間で初めて対比された凝灰岩鍵層(三梨・矢崎, 1958)として有名な清澄層中部のHkタフ(逗子市東小路の名前に由来して命名:後のKy21タフ)と天津層上部のOkタフ(三浦半島の大楠山の名前に由来して命名:後のAm78タフ)の2つだけの凝灰岩鍵層の追跡が平山氏や中嶋氏の指導によって開始され、毎日尾根越えのコースで、安房層群上部分布域の最初期のルートマップが作成されたのが、1970年1月のことであった。著者が京都大学の学部3年生のときに、他の同級生と初めて房総に来てその地層に接したのがちょうどこの

きであり、地層が整然として分布し図学的に扱えるということを経験し、大いに感銘を受けたのであった。その結果、4年生の卒業論文として、和歌山大学からやはり卒業論文作成のために房総に来た岩脇氏とともに、安野層の2層準(An2とAn50)を対象にした面的な単層解析を初めて行い、それらの層準に含まれるタービダイト砂岩層の立体的な形態などを明らかにした(徳橋・岩脇, 1975)。

## G. 凝灰岩鍵層の通称名命名の経緯

1970年の春になると、地学団体研究会の技術講習会が房総で開催され多くの人が参加した。またその年の夏以降には、数大学の学生からなる房総団研が数年間毎年のように実施された。こうした中で、最初特に重点的に取り組まれた小櫃川支流の黒滝沢などで、これらの地層(特に、安野層や清澄層)に多くの凝灰岩鍵層が通称名とともに設定された。それらの名称は多くの人によってかなり場当たりの決められたものが多いため、鍵層の数は多くなったが、その通称名については、不揃いで不統一な感は免れなかった(第1表)。しかし、一度名前がつくとそれが踏襲されることが多く、その後、これらの名称がそのまま使われているものが多い。一時期、事典などをみながら、世界の有名な画家や音楽家の名前、あるいは星座の名前などをつけるなど、格調高い鍵層名で統一するなどの試みもあったが(口絵2のA参照)、上記の不統一な名称のほうが親しみやすくまた覚えやすいということで、その後あまり用いられなくなり、一部を残してその多くは自然消滅したという経緯もあった。

その後、上記に述べたように、清澄層のタービダイト砂岩体の堆積様式の解明という目的から、清澄層の分布域の広い範囲についての地質調査や要所・要所の柱状図が作成されたが、その過程でいくつかの新しい鍵層と通称名が徳橋によって追加された。また、清澄層の下位に横たわり、主に泥岩を主体とする天津層中の凝灰岩鍵層の通称名の大部分は、鴨川図幅域作成のための地質調査を精力的に実施した中嶋氏によって命名されたものである。いずれにせよ、このような経緯を経ながら、多くの鍵層が設定され、それらの分布を書き込んだルートマップが作成されるようになった。なお、累層の頭文字をとったアルファベットと番号を組み合わせて用いられる鍵層の正式



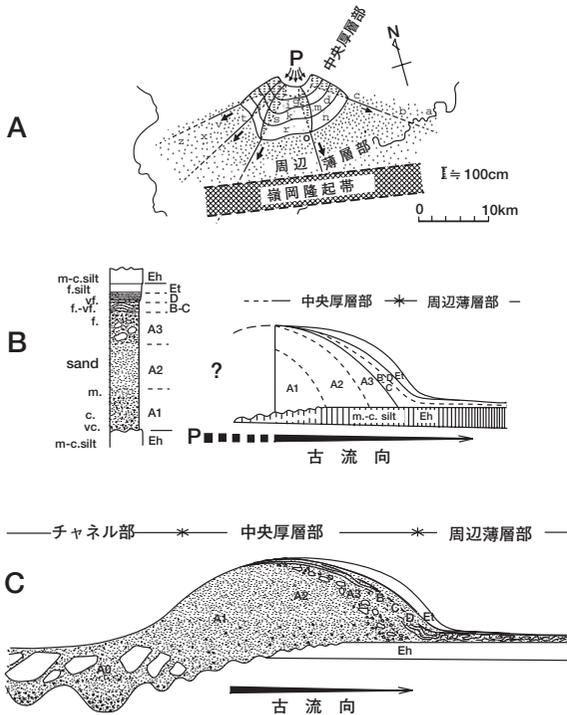
第8図  
Hk層準タービダイト砂岩単層の  
形態(徳橋, 1976a, 1985)を一  
部改変。

名称は、これらの累層が広く分布する5万分の1地質図「鴨川」図幅(中嶋ほか, 1981)を作成・出版する過程で命名されたものである。

**H. 凝灰岩鍵層の清澄層タービダイト砂岩単層解析への適用**

凝灰岩鍵層を用いた清澄層の堆積様式の解明は、清澄層をいくつかのユニットに分け、ユニットごとの堆積様式を明らかにすることによって、清澄層全体の堆積様式を明らかにすることを可能にしたが、凝灰岩鍵層の利用は、清澄層中部のHk (Ky21) 層準のタービダイト砂岩単層の形態や堆積様式の解明(単層解析)も可能にした(第8図, 第9図)。時系列的には、先にHk (Ky21) 層準の単層解析があり(徳橋, 1976a, b), その結果(北方から流入した混濁流による供給)が、従来考えられていた清澄層の堆積様式(地向斜

造山運動の観点から、中央隆起帯と考えた嶺岡構造帯のある南方からの供給)とは逆の結果になったことから、清澄層全体の堆積様式が問題になった。その際に、清澄層全体の分布の実態も把握しようということから、上記のような詳細な地質調査を広域に行うことになったのである。その調査・解析結果をまとめたのがTokuhashi (1979)であるが、その成果の一部は、中嶋ほか(1981)や地質ニュースの「タービダイトの話」シリーズ(徳橋, 1983a, b, 1985)の中でも紹介されている。最近、このシリーズが、「タービダイトの話(地質ニュース復刻版)」(徳橋, 2002)として再出版されているので、関心のある方はこちらを参照していただきたい。清澄層や安野層のタービダイト砂岩の単層解析の結果については、千葉県史41の「千葉県の自然誌」の第2章第4節「清澄山系の地質」でもまとめて紹介されている(徳橋, 1997)。



第9図 Hk層準タービダイト砂岩単層の堆積モデル(徳橋, 1985)を一部改変。

### 3. まとめ

本報告では、凝灰岩鍵層の設定・活用が、正確で詳細な地質図の作成や地層の実体解明、地層の形成機構の解明に大変有用かつ重要であることを、房総半島の中部に分布する安房層群上部の地層、特に大規模なレンズ状タービダイト砂岩優勢互層体から構成される清澄層を例に示した。また、本地域の地質調査の際に用いられ発展させられてきた平山・中嶋型ルートマップ方式の地質調査法についても具体的に紹介し、その役割の有用性と重要性を指摘したが、このようなやり方が今後より多くの地域で活用されることを望みたい。

平山・中嶋型(あるいは平山・中嶋方式)のルートマップとはどういったものを理解していただくために、平山次郎氏の野帳に描かれたルートマップ図を何枚かそのまま口絵に転載させていただいた。転載を許可していただくとともに、こうしたルートマップの作成に至った個人的経緯等について懇切に教えていただいた平山次郎氏に感謝いたします。また、同氏の指導の下で、安房層群の調査に当初から関わって



第10図 千葉県立中央博物館が出版してきた鍵層集。著者の手元にあるものを出版年毎に新しいものを手前に配置。

これら、上記のルートマップの発展に寄与されるとともに、それらのデータを基に、極めて詳細な地質図(鴨川図幅)を作成された中嶋輝允氏にも、当時の経緯について教えていただきました。あわせてお礼を申し上げます。

なお、鍵層の正式名称と通称名称との間の対応関係について流動的な部分があるということで、まだ鍵層集が発刊されていない天津層下部(Am30以下)の鍵層については、混乱を避けるために、第1表ではこの部分をあえて載せませんでした。この件で資料やコメントをいただいた千葉県立中央博物館の高橋直樹氏にお礼を申し上げます。長い時間をかけて、同氏とその協力者により順次発行されてきた房総半島の地層中の凝灰岩(テフラ・火山灰)鍵層集は、鍵層を観察したり試料を採取したりする場合の最も便利かつ信頼できる資料として、一般の人から専門家まで幅広い人たちによって活用されるなど、千葉県地質を学び研究する上で不可欠の貴重な文献であるといえます(第10図)。房総の鍵層の研究の一端に携わってきたものとして、関係者のこれまでの並々ならぬご苦労・ご尽力に感謝するとともに、房総で残された

最後の鍵層集ともいわれる天津層下部の鍵層集の1日も早い発刊を期待して、本報告を締めくりたいと思います。

#### 文 献

- 千葉県立中央博物館 (1993) : 三浦層群中部鍵層集 I (1992年版), 124p.
- 千葉県立中央博物館 (1994) : 三浦層群中部鍵層集 II (1993年版), 82p.
- 千葉県立中央博物館 (1997) : 三浦層群下部鍵層集 I (1996年版), 75p.
- 千葉県立中央博物館 (1998) : 三浦層群下部鍵層集 II (1997年版), 65p.
- Hirayama, J. and Nakajima, T. (1977) : Analytical study of turbidites, Otadai Formation, Boso Peninsula, Japan. *Sedimentology*, **24**, 747-779.
- 平山次郎・中嶋輝允 (1977) : 地向斜堆積物-乱泥流の化石-. *科学*, **47**, 82-90.
- 平山次郎・鈴木尉元 (1968) : 単層の解析-その実際と堆積学的意義について-. *地球科学*, **22**, 43-62.
- 石原与四郎・徳橋秀一 (2005) : 房総半島安房層群最上部安野層の堆積様式-前弧堆積盆を埋積するタービダイト・システムの一例-. *地質学雑誌*, **111**, 269-285.
- 小池 清 (1957) : 南関東の地質構造発達史 (遺稿). *地球科学*, no.34, 1-18.
- 三梨 昂・奈須紀幸・楡井 久ほか20名 (1979) : 東京湾とその周辺地域の地質 (初版). 特殊地質図 (20), 地質説明書, 地質調査所.
- 三梨 昂・矢崎清貫 (1958) : 火砕鍵層による房総・三浦両半島の新生代層の対比 (第1報). *石油技誌*, **23**, 16-22.
- 中嶋輝允・牧本 博・平山次郎・徳橋秀一 (1981) : 「鴨川地域の地質」. 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 地質調査所, 107p.
- 中嶋輝允・渡辺真人 (2005) : 「富津地域の地質」. 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 地質調査所, 102p.
- 鈴木尉元・小玉喜三郎・三梨 昂・岡 重文・卜部厚志・遠藤 毅・堀口万吉・江藤哲人・菊池隆男・山内靖喜・中嶋輝允・徳橋秀一・楡井 久・原 雄・中山俊雄・奈須紀幸・加賀見英雄・木村政昭・本座栄一 (1995) : 東京湾とその周辺地域の地質 (第2版). 特殊地質図 (20), 地質説明書, 地質調査所, 109p.
- 徳橋秀一 (1976a) : 清澄層HK層準フリッシュ型砂泥互層の堆積学的研究 (その1)-砂泥互層の層厚・岩相変化と砂岩層の形態-. *地質雑*, **82**, 729-738.
- 徳橋秀一 (1976b) : 清澄層HK層準フリッシュ型砂泥互層の堆積学的研究 (その2)-砂岩層の堆積機構と堆積環境-. *地質雑*, **82**, 757-764.
- Tokuhashi, S. (1979) : Three dimensional analysis of large sandy-flysch body, Mio-Pliocene Kiyosumi Formation, Boso Peninsula, Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ., Ser. Geol. Mineral.*, **46**, 1-61.
- 徳橋秀一 (1983a) : 古海底扇状地堆積物を斬る (I. 実態編). *地質ニュース*, no.342, 40-52.
- 徳橋秀一 (1983b) : 古海底扇状地堆積物を斬る (II. 成因編). *地質ニュース*, no.345, 54-62.
- 徳橋秀一 (1985) : タービダイト砂岩単層の形態を探る. *地質ニュース*, no.376, 6-23.
- 徳橋秀一 (1997) : 清澄山系の地質 (第2章第4節). 千葉県の自然誌, 本編2, 千葉県の大地 (千葉県史41), 163-200.
- 徳橋秀一 (2002) : 「タービダイトの話 (地質ニュース復刻版)」。実業公社, 251p.
- 徳橋秀一・石原与四郎 (2008) : 1万5千分の1千葉県清和県民の森周辺の地質図説明書. 特殊地質図 (39), 産総研地質調査総合センター, 95p.
- 徳橋秀一・岩脇丈夫 (1975) : フリッシュ型砂泥互層の面的単層解析. *地球科学*, **29**, 262-274.

TOKUHASHI Shuichi (2010) : The advantage of tuff markers to use them for the geological mapping and stratigraphic-sedimentological researches - Part I: the case study of the upper Awa Group in Boso Peninsula.

<受付: 2009年7月10日>